

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

j1017 U.S. PRO  
10/083380  
02/27/02

(11) Publication number : 2000-269106  
(43) Date of publication of application : 29.09.2000

(51) Int.CI.

H01L 21/02  
H01L 41/24  
H03H 3/02

(21) Application number : 11-070533  
(22) Date of filing : 16.03.1999

(71) Applicant : NIPPON DEMPA KOGYO CO LTD  
(72) Inventor : KATAJIMA AKIRA  
CHIBA AKIO  
MIZUNO SHIGEO  
KOIZUMI KOJI

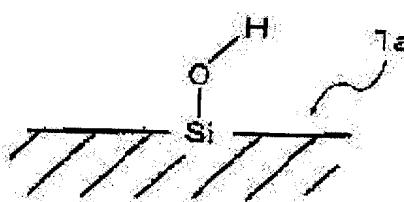
## (54) DIRECT BONDING OF SUBSTRATES

## (57) Abstract:

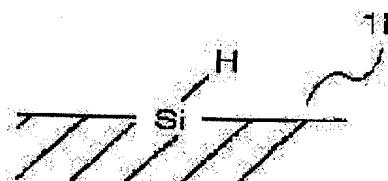
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To achieve a direct bonding of substrates by a heat treatment at a temperature not higher than the transition temperature of crystal by forming the surface of one of mirror-polished substrates mainly made of silicon into a hydrophilic face, forming the surface of the other substrate into a hydrophobic face, and stacking these substrates with the surfaces facing each other to bond them provisionally and then heat-treating them.

**SOLUTION:** First, the surface of one mirror-polished silicon substrate 1a is formed into a hydrophilic face (OH group) and the surface of the other mirror-polished silicon substrate 1b is formed into a hydrophobic face (H group). The hydrophilic face is formed at the time of washing after mirror-polishing. The hydrophobic face is formed by applying, for example, diluted hydrofluoric acid(HF) on a hydrophilic face to remove OH groups and add H of hydrofluoric acid, that is, the interface is modified by replacement of the OH groups with the H groups. Next, these silicon substrates 1a, 1b are stacked with the surfaces in direct contact with each other to be provisionally bonded. Then, the stacked substrates are heated at 100-600° C. The OH groups and the H groups existing in the bonded face between the hydrophilic face and the hydrophobic face of the silicon substrates 1a, 1b cause a dehydration condensation reaction by the heat treatment, forming Si-Si bonds in the interface.

(a)



(b)



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-269106

(P2000-269106A)

(43)公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51)Int.Cl.

H 01 L 21/02  
41/24  
H 03 H 3/02

識別記号

F I  
H 01 L 21/02  
H 03 H 3/02  
H 01 L 41/22

テープコート (参考)  
5 J 10 8  
B  
A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平11-70533

(71)出願人 000232483

日本電波工業株式会社

東京都渋谷区西原1丁目21番2号

(22)出願日 平成11年3月16日 (1999.3.16)

(72)発明者 片島 彰

埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日

本電波工業株式会社狭山事業所内

(72)発明者 千葉 亜紀雄

埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日

本電波工業株式会社狭山事業所内

(72)発明者 水野 成夫

埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日

本電波工業株式会社狭山事業所内

最終頁に続く

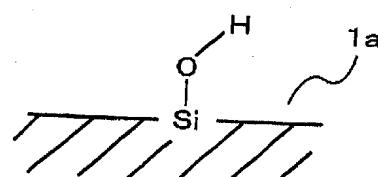
(54)【発明の名称】 基板の直接接合方法

(57)【要約】

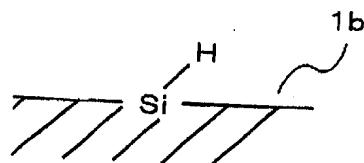
【目的】1000°C以下特には水晶の転移温度である573°C以下の加熱処理によって直接接合を達成する。

【構成】鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面とし他方の基板の表面を疎水面として、両基板の表面同士を直接に重ね合わせて加熱処理して直接接合する。また、基板の主成分を珪素 (Si) とする。

(a)



(b)



処理したことを基本的な解決手段とする。

【0007】

【作用】本発明は一方を親水面(OH基)とし他方を疎水面(H基)とするので、界面にH<sub>2</sub>O(水)を形成する。したがって、低温(100~600°C)での加熱処理によって脱水できる。以下、本発明の一実施例を説明する。

【0008】

【実施例】第1図乃至第3図は本発明の一実施例を説明する模式図である。なお、前從来例図と同一部分には同番号を付与してその説明は省略する。この実施例では、先ず、表面が鏡面研磨されたシリコン基板1(a,b)の一方を親水面(OH基)とし「第1図(a)」、他方を疎水面(H基)とする「同図(b)」。親水面は鏡面研磨後の洗浄時に形成される。疎水面は、例えば希釈フッ酸(HF)を親水面に施すことによって、OH基が除去されてフッ酸のHが付加される。すなわち、OH基がH基に置換して界面改質される。

【0009】次に、シリコン基板1(a,b)の表面同士を直接に重ね合わせて仮接合する(第2図)。そして、100~600°Cの温度で加熱する。したがって、シリコン基板1(a,b)の親水面と疎水面との接合面に介在したOH基とH基が加熱処理によって脱水宿合反応を起こす。これにより、界面からH<sub>2</sub>Oが除去され、界面をSi-Si結合とする(第3図)。

【0010】このようなことから、低温(100~600°C)での加熱処理によって、Si-Si結合を達成できる。したがって、転移温度が573°Cの水晶であっても、低温加熱処理によるSi-Si結合を可能にする。また、ガラス等の珪素(Si)を主成分とした他の材料であっても1000°C以下の加熱処理となるので、熱歪みを軽減して接合を強固にする。さらには、加熱処理が1回で済むので作業工程を簡便にする。

【0011】

【他の事項】上記実施例では、基板1(a,b)をシリコンとして両者を接合したが、例えばニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)でも一方を親水面とし他方を疎水面として熱処理すると同様に直接接合した。このように、本発明では、例えば加熱処理温度に耐えられないものや潮解性を有するもの等を除き、一方の板面を親水面として他方の板面を疎水面とし、これを重ねて加熱処理することにより、直接接合を可能にする。

【0012】また、希釈フッ酸により、親水面から疎水面を形成したが、界面をH基とする手法であればよい。本発明は、親水面(OH基)と疎水面(H基)として界面の水(H<sub>2</sub>O)を脱水すればよいので、加熱温度を1000°C以下にでき、材料の如何に拘わらず、このような趣旨に基く接合方法は適宜自在な変更を含めて本発明の技術的範囲に属する。

【0013】

【特許請求の範囲】

【請求項1】鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面とし他方の基板の表面を疎水面として、両基板の表面同士を直接に重ね合わせて加熱処理したことを特徴とする基板の直接接合方法。

【請求項2】請求項1において、前記基板は主成分を珪素(Si)とすることを特徴とする基板の直接接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は基板の直接接合方法に関し、特に水晶、ガラス及びシリコン等の主成分を珪素(Si)とした基板の接合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】(発明の背景)直接接合は鏡面研磨された基板同士を直接に接合する技術として知られ、通常では加熱処理を施すことによって接合強度を高めている。このようなものでは、例えば水晶片をガラスや半導体素子に直接に接合して研磨することができるので、水晶振動子の高周波数化や小型化及び多機能化が計れる(参考:特開平5-327383号公報)。

【0003】(従来技術の一例)第4図乃至第6図は従来技術の一例を説明する模式図である。直接接合は、例えばシリコン基板1(a,b)の表面を鏡面研磨して、親水面化する。すなわち、Si(珪素)にOH基を結合させる。そして、シリコン基板1(a,b)の表面同士を重ね合わせ(仮接合)し、先ずOH基の結合とする(第4図)。次に、100~600°Cの加熱処理を行い、H<sub>2</sub>O(水)を脱水して、Si-O-Si(シロキサン基)結合とする(第5図)。そして、より一層の接合強度を高めるため、1000°C以上の加熱処理によりOを除去してSi-Si結合とする(第6図)。なお、ここで鏡面とは面粗さが約15nm(ナノ)m以下とされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】(従来技術の問題点)しかしながら、上記構成のものでは、Si-Si結合とするには1000°C以上の熱をかけるため、例えば基板を水晶(SiO<sub>2</sub>)とした場合には、水晶のαからβへの転移温度(573°C)を越えて、これを採用できない問題があった。また、基板を他の材料とした場合でも、熱歪みを生じやすく接合を困難にする問題もあった。

【0005】(発明の目的)本発明は、1000°C以下特には水晶の転移温度である573°C以下の加熱処理によって直接接合を達成することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、珪素(Si)を主成分とする鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面(OH基)とし他方の基板の表面を疎水面(H基)として、両基板の表面同士を重ね合わせて仮接合し、加熱

【発明の効果】本発明は、鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面とし他方の基板の表面を疎水面として、両基板の表面同士を重ね合わせて加熱処理したので、100°C以下特に水晶の転移温度である573°C以下の加熱処理によって直接接合を達成できる。

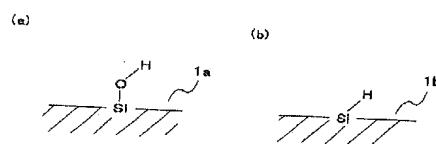
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明する模式図である。\*

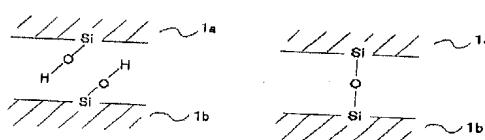
- \*【図2】本発明の一実施例を説明する模式図である。
- 【図3】本発明の一実施例を説明する模式図である。
- 【図4】従来例の接合方法を説明する模式図である。
- 【図5】従来例の接合方法を説明する模式図である。
- 【図6】従来例の接合方法を説明する模式図である。
- 【符号の説明】

1 (a b) シリコン基板

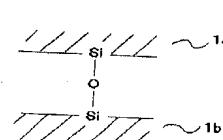
【図1】



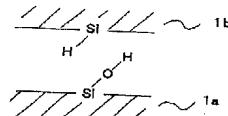
【図4】



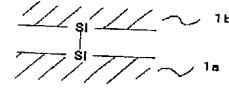
【図5】



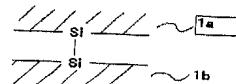
【図2】



【図3】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成11年3月18日(1999.3.18)

※【図6】

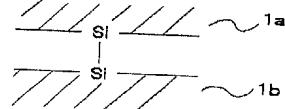
【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】



※

【手続補正書】

【提出日】平成11年6月15日(1999.6.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】基板の直接接合方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面とし他方の基板の表面を疎水面として、両基板の表面同士を直接に重ね合わせて加熱処理したことを特徴とする基板の直接接合方法。

【請求項2】請求項1において、前記基板は主成分を珪

素(Si)とすることを特徴とする基板の直接接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は基板の直接接合方法に関し、特に水晶、ガラス及びシリコン等の主成分を珪素(Si)とした基板の接合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】(発明の背景)直接接合は鏡面研磨された基板同士を直接に接合する技術として知られ、通常では加熱処理を施すことによって接合強度を高めている。このようなものでは、例えば水晶片をガラスや半導体素子に直接に接合して研磨することができるので、水晶振動子の高周波数化や小型化及び多機能化が計れる(参考:特開平5-327383号公報)。

【0003】(従来技術の一例) 第4図乃至第6図は従来技術の一例を説明する模式図である。直接接合は、例えばシリコン基板1(a b)の表面を鏡面研磨して、親水化する。すなわち、Si(珪素)にOH基を結合させる。そして、シリコン基板1(a b)の表面同士を重ね合わせ(仮接合し)、先ずOH基の結合とする(第4図)。次に、100~600°Cの加熱処理を行い、H<sub>2</sub>O(水)を脱水して、Si-O-Si(シロキサン基)結合とする(第5図)。そして、より一層の接合強度を高めるため、1000°C以上の加熱処理によりOを除去してSi-Si結合とする(第6図)。なお、ここでの鏡面とは面粗さが約15nm(ナノ)m以下とされてい

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】(従来技術の問題点)しかしながら、上記構成のものでは、Si-Si結合とするには1000°C以上の熱をかけるため、例えば基板を水晶(SiO<sub>2</sub>)とした場合には、水晶のαからβへの転移温度(573°C)を越えて、これを採用できない問題があった。また、基板を他の材料とした場合でも、熱歪みを生じやすく接合を困難にする問題もあった。

【0005】(発明の目的)本発明は、1000°C以下特に水晶の転移温度である573°C以下の加熱処理によって直接接合を達成することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、珪素(Si)を主成分とする鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面(OH基)とし他方の基板の表面を疎水面(H基)として、両基板の表面同士を重ね合わせて仮接合し、加熱処理したことを基本的な解決手段とする。

## 【0007】

【作用】本発明は一方を親水面(OH基)とし他方を疎水面(H基)とするので、界面にH<sub>2</sub>O(水)を形成する。したがって、低温(100~600°C)での加熱処理によって脱水できる。以下、本発明の一実施例を説明する。

## 【0008】

【実施例】第1図乃至第3図は本発明の一実施例を説明する模式図である。なお、前従来例図と同一部分には同番号を付与してその説明は省略する。この実施例では、先ず、表面が鏡面研磨されたシリコン基板1(a b)の一方を親水面(OH基)とし「第1図(a)」、他方を疎水面(H基)とする「同図(b)」。親水面は鏡面研磨後の洗浄時に形成される。疎水面は、例えば希釈フッ酸(HF)を親水面に施すことによって、OH基が除去されてフッ酸のHが付加される。すなわち、OH基がH基に置換して界面改質される。

【0009】次に、シリコン基板1(a b)の表面同士を直接に重ね合わせて仮接合する(第2図)。そして、

100~600°Cの温度で加熱する。したがって、シリコン基板1(a b)の親水面と疎水面との接合面に介在したOH基とH基が加熱処理によって脱水宿合反応を起こす。これにより、界面からH<sub>2</sub>Oが除去され、界面をSi-Si結合とする(第3図)。

【0010】このようなことから、低温(100~600°C)での加熱処理によって、Si-Si結合を達成できる。したがって、転移温度が573°Cの水晶であっても、低温加熱処理によるSi-Si結合を可能にする。また、ガラス等の珪素(Si)を主成分とした他の材料であっても1000°C以下の加熱処理となるので、熱歪みを軽減して接合を強固にする。さらには、加熱処理が1回で済むので作業工程を簡便にする。

## 【0011】

【他の事項】上記実施例では、基板1(a b)をシリコンとして両者を接合したが、例えばニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)でも一方を親水面とし他方を疎水面として熱処理すると同様に直接接合した。このように、本発明では、例えば加熱処理温度に耐えられないものや潮解性を有するもの等を除き、一方の板面を親水面として他方の板面を疎水面とし、これを重ねて加熱処理することにより、直接接合を可能にする。

【0012】また、希釈フッ酸により、親水面から疎水面を形成したが、界面をH基とする手法であればよい。本発明は、親水面(OH基)と疎水面(H基)として界面の水(H<sub>2</sub>O)を脱水すればよいので、加熱温度を1000°C以下にでき、材料の如何に拘わらず、このような趣旨に基く接合方法は適宜自在な変更を含めて本発明の技術的範囲に属する。

## 【0013】

【発明の効果】本発明は、鏡面研磨された一方の基板の表面を親水面とし他方の基板の表面を疎水面として、両基板の表面同士を重ね合わせて加熱処理したので、1000°C以下特に水晶の転移温度である573°C以下の加熱処理によって直接接合を達成できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明する模式図である。

【図2】本発明の一実施例を説明する模式図である。

【図3】本発明の一実施例を説明する模式図である。

【図4】従来例の接合方法を説明する模式図である。

【図5】従来例の接合方法を説明する模式図である。

【図6】従来例の接合方法を説明する模式図である。

## 【符号の説明】

1(a b) シリコン基板

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

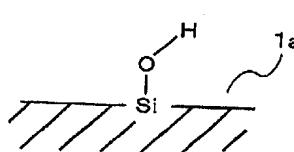
【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

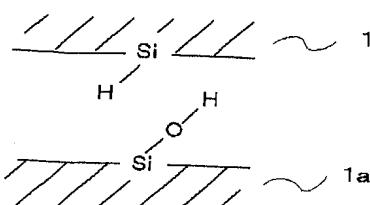
【補正内容】

【図1】

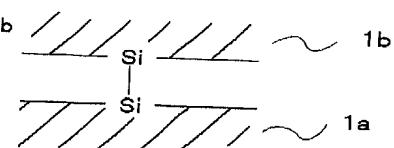
(a)



【図2】

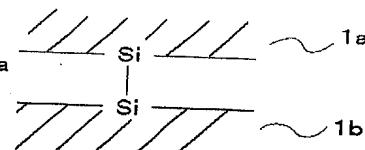
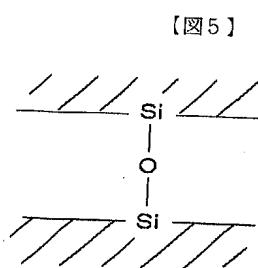
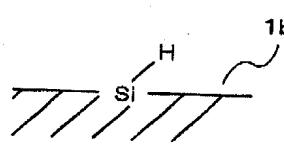


【図3】

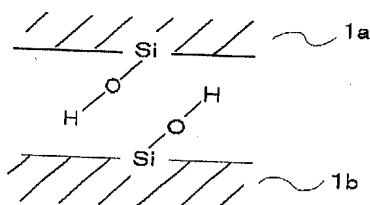


【図6】

(b)



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 小泉 光次

埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日  
本電波工業株式会社狭山事業所内

F ターム(参考) 5J108 MM11